

VYSOKÁ ŠKOLA BÁŇSKÁ - TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA
FAKULTA STROJNÍ
KATEDRA ENERGETIKY

Návrh vytápění a ohřevu TUV v budově

Proposal of Heating and Water Heating in the Building

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Stanislav Honus, Ph.D.

Vypracoval:

Martin Hrehuš

Ostrava 2014

VŠB - Technická univerzita Ostrava
Fakulta strojní
Katedra energetiky

Zadání bakalářské práce

Student: **Martin Hrehuř**
Studijní program: **B2341 Strojírenství**
Studijní obor: **3907R009 Provoz energetických zařízení**
Téma: **Návrh vytápění a ohřevu TUV v budově**
Proposal of Heating and Water Heating in the Building

Zásady pro vypracování:

1. Popište řešený objekt.
2. Dle technické dokumentace proveďte výpočet tepelné ztráty budovy vč. teoretického popisu jednotlivých způsobů přenosu tepla.
3. Vypočtete roční potřebu tepla na vytápění.
4. Navrhněte způsob ohřevu TUV.
5. Navrhněte možnosti vytápění, porovnejte je z hlediska ekonomického i technického a zvolte pro danou budovu nejvhodnější variantu.

Seznam doporučené odborné literatury:

BLAHOŽ, V., KADLEC, Z. *Základy sdílení tepla*. 2. vydání. Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství v Ostravě, 2000. 110 s. ISBN 80-902001-1-7.
LABOUTKA, K., SUCHÁNEK, T. *Výpočtové tabulky pro vytápění 9*. Společnost pro techniku prostředí, 2001.
SAZIMA, M., KMONÍČEK, V., SCHNELLER, J. *Teplo*. 1. vydání. SNTL – Nakladatelství technické literatury, 1989. 592 s. ISBN 80-03-00043-2.
VRÁNA, J. a kol. *Technická zařízení budov v praxi*. Grada, 2007. 332 s. ISBN 978-80-247-1588-9.
LINHART, L. *Zateplování budov*. 1. vydání. Grada, 2010. 112 s. ISBN 978-80-247-3361-6.
TYWONIAK, J. *Nízkoenergetické domy*. Grada, 2005. 200 s. ISBN 80-247-1101-X.
ČSN 730540-2 (730540). *Tepelná ochrana budov - Část 2: Požadavky*. 2012.


Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.


Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Stanislav Honus, Ph.D.**

Datum zadání: 17.02.2014

Datum odevzdání: 19.05.2014




prof. Ing. Dagmar Juchelková, Ph.D.
vedoucí katedry


doc. Ing. Ivo Hlavatý, Ph.D.
děkan fakulty

Místopřísežně prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou bakalářskou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a uvedl jsem všechny podklady a literaturu.

V Ostravě 16.5. 2014.....

Podpis studenta. Hřebek Martin.....

Prohlašuji, že:

- jsem byl seznámen s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č.121/2000 Sb., autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo.
- беру на ве́домі, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen „VŠBTUO“) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě bakalářskou práci užít (§ 35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že bakalářská práce bude v elektronické podobě uložena v Ústřední knihovně VŠB-TUO k nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího bakalářské práce. Souhlasím s tím, že údaje o kvalifikační práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- беру на ве́домі, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě16.5.2014.....

podpisHrubý Martin.....

ANOTACE BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Hrehuš, M. *Návrh vytápění a ohřevu TUV v budově: bakalářská práce*. Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní, Katedra energetiky, 41 str., 2014, vedoucí práce Ing. Stanislav Honus, Ph.D.

Předmětem této bakalářské práce je nalezení nejvhodnějšího systému vytápění pro vybraný objekt. Z tohoto důvodu je v této práci popsáno několik systémů vytápění rodinných domů s popisem vhodných zdrojů tepla. V práci je řešen jeden rodinný dům, jeho celková tepelná ztráta, pomocí které se následně navrhuje vhodný systém vytápění, topidlo a nejvhodnější palivo. Tato práce se také zabývá ohřevem TUV. Práce je zakončena doporučením nejvhodnějšího způsobu vytápění a volby ohřevu TUV.

ANNOTATION OF BACHELOR WORK

Hrehuš, M. *Proposal of Heating and Water Heating in the Building: bachelor Thesis*. Ostrava: VŠB – Technical University of Ostrava, Faculty of Mechanical Engineering, Department of energetic, 2014, page 41, Thesis head: Ing. Stanislav Honus, Ph.D.

The subject of this thesis is to find the most suitable heating system for the selected object. For this reason, this work describes several heating systems of houses with a description of appropriate sources of heat. In this work is designed a single family house, the total heat loss through that then suggests a suitable heating system, heater and most suitable fuel. This work deals with water heating. The work ends with a recommendation of the most suitable method of heating and choice of hot water systems.

Seznam použitého značení

Značka	Jednotka	Název
--------	----------	-------

t_e	$[^{\circ}\text{C}]$	výpočtová teplota exteriéru
tl.	$[\text{mm}]$	tloušťka
q	$[\text{W} \cdot \text{m}^{-1}]$	hustota tepelného toku
λ	$[\text{W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}]$	součinitel tepelné vodivosti
Q	$[\text{W}]$	tepelný tok
S	$[\text{m}^2]$	plocha
α	$[\text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}]$	součinitel přestupu tepla
t_{st}	$[\text{K}]$	teplota stěny
t_t	$[\text{K}]$	teplota tekutiny
L	$[\text{m}]$	charakteristický rozměr
ν	$[\text{m}^2/\text{s}]$	kinematická viskozita
η	$[\text{N} \cdot \text{s}/\text{m}^2]$	dynamická viskozita
γ	$[\text{K}^{-1}]$	součinitel objemové roztažnosti
S_1	$[\text{m}]$	jednotka povrchu tělesa
$\varepsilon_{1,2}$	$[-]$	stupeň černosti soustavy
T	$[\text{K}]$	teplota
ε_0	$[-]$	experimentálně určený součinitel,
σ	$[\text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-4}]$	Stefan – Boltzmanova konstanta

OBSAH

1 Úvod.....	8
2 Přenos tepla	9
2.1 Tepelná výměna vedením (kondukcí)	9
2.2 Tepelná výměna prouděním (konvekci)	11
2.3 Tepelná výměna sáláním (zářením, radiací).....	13
3 Popis řešeného objektu.....	15
3.1 Výpis prefabrikátů	16
4 Vytápění	18
4.1 Otopná soustava.....	18
4.2 Systémy vytápění.....	19
4.2.1 Lokální systém	20
4.2.2 Etážový systém.....	21
4.2.3 Systém ústředního topení	23
4.2.4 Dálkový systém vytápění	24
4.2.5 Podlahový systém vytápění.....	25
5 Paliva.....	27
5.1 Uhlí	28
5.2 Dřevo	28
5.3 Zemní plyn.....	28
5.4 Elektrická energie	28
6 Výpočet tepelných ztrát.....	29
6.1 Metodika zadání	29
6.2 Vyhodnocení.....	32
7 Ohřev TUV.....	36
8 Potřeba tepla na vytápění	38
9 Závěr	40
10 Seznam použité literatury.....	41
11 Přílohy	43

1 ÚVOD

Předmětem této bakalářské práce je nalezení nejvhodnějšího systému vytápění pro vybraný objekt. Jelikož se jedná o dlouholetou investici, je třeba vybrat takový otopný systém, aby náklady spojené s realizací a následnou údržbou nebyly zbytečně vysoké. V případě nesprávného výběru můžeme zaznamenat nadbytečné náklady na pořízení a s nimi spojené i vyšší provozní náklady. Je třeba také počítat s tím, že naše nároky i finanční možnosti se s uplynulou dobou mohou měnit.

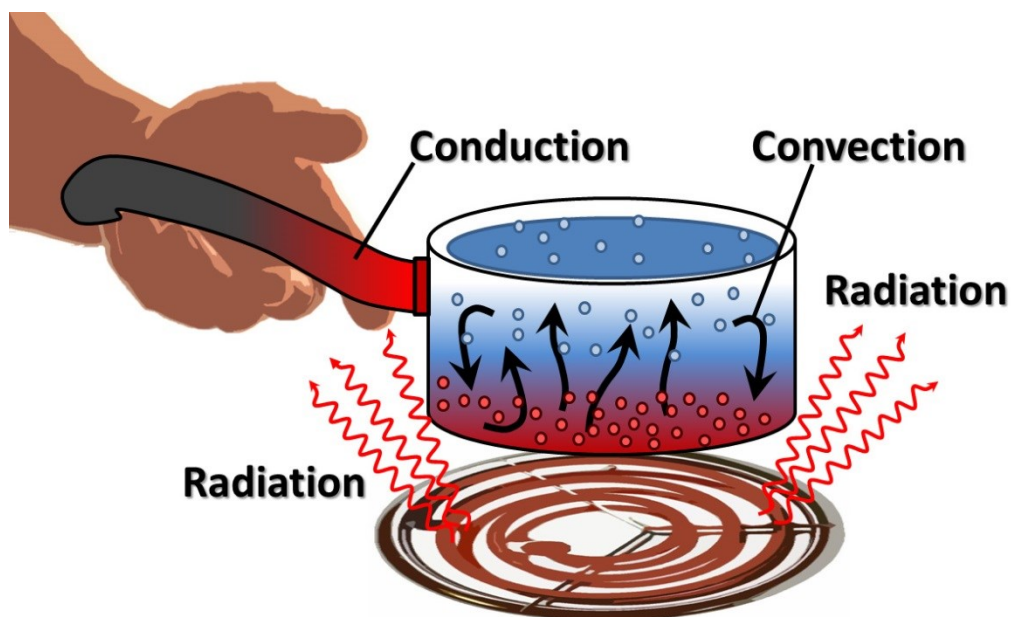
Systém vytápění by měl být co nejméně závislý na energii z rozvodných sítí, jelikož u těchto energií je nízká pravděpodobnost zlevnění. Systém by měl být také schopen se přizpůsobit novým požadavkům, nebo by měl být schopen se napojit na jiný zdroj.

Neméně důležité pro každého z nás je i určitý komfort, který vyžadujeme. Samozřejmostí je mít především určitou představu o konečném řešení našeho topného systému. Je nezbytné si dokázat odpovědět na řadu podstatných otázek jako např. kolik je třeba tepla, jaké zdroje energie můžeme využívat, jak to pro nás bude finančně náročné.

V první části této práce se teoreticky zabírám principem přenosu a odvodu tepla a jejich matematickým popisem. V následující části je uveden technický popis řešeného objektu. Následně na tento popis navazují výpočty pro tepelné ztráty objektu a roční spotřebu tepla. Dále se tato práce zabývá řešením a návrhem ohřevu TUV. V závěru je diskuze o možnostech řešení vytápění jak z ekonomického hlediska, tak i technického hlediska, přičemž tato část práce vychází z předchozích uvedených rovnic pro výpočet potřeby tepla k vytápění.

2 PŘENOS TEPLA

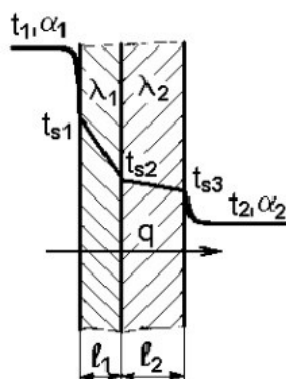
Přenos nebo také sdílení tepla je složitý děj. Při jeho popisu používáme mnoho zjednodušení, které nám následně zjednoduší tvorbu modelu pro matematický popis jednotlivých dějů. Přenos tepla můžeme rozdělit na tři druhy tepelné výměny: tepelná výměna vedením (kondukcí), prouděním (konvekcí) a sáláním (zářením, radiací) viz [Obr.2.1].



Obr. 2.1: Znázornění jednotlivých způsobů přenosu tepla [5]

2.1 TEPELNÁ VÝMĚNA VEDENÍM (KONDUKČÍ)

Při přenosu tepla vedením předávají částice z prostředí s vyšší kinetickou energií část energie částicím s nižší energií, dochází k přenosu tepla. Závislost je nazývána prvním Fourierovým zákonem vedení tepla.



Obr. 2.2 Znázornění snižování teploty během přenosu tepla z vnitřního prostředí do vnějšího [1]

Fourierův zákon:

Fourierův zákon popisuje vedení tepla v pevné látce. Lze jej vyjádřit prostřednictvím následující rovnice:

$$q = -\lambda \cdot \text{grad } t = -\lambda \cdot \nabla t = -\lambda \cdot \left(\frac{\partial t}{\partial x} + \frac{\partial t}{\partial y} + \frac{\partial t}{\partial z} \right), \quad [\text{W} \cdot \text{m}^{-2}] \quad (1)$$

kde: q - hustota tepelného toku, $[\text{W} \cdot \text{m}^{-2}]$

λ - součinitel tepelné vodivosti, $[\text{W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}]$

$\text{grad } t$ - jednotkový teplotní gradient $[\text{K} \cdot \text{m}^{-1}]$

Tok tepla procházející stěnou:

Rovnice tepelného toku určuje množství tepla přeneseného za jednotku času.

$$\dot{Q} = \dot{q} \cdot S = k \cdot \Delta t \cdot S, \quad [\text{W}] \quad (2)$$

kde: \dot{q} - hustota tepelného toku, $[\text{W} \cdot \text{m}^{-2}]$

S - plocha stěny. $[\text{m}^2]$

Součinitel tepelné vodivosti:

Součinitel tepelné vodivosti závisí na druhu látky a u stejné látky se mění hlavně s teplotou. Většinou zanedbáváme vliv tlaku, a to primárně u pevných látek. Kovy mají nejvyšší hodnotu tepelné vodivosti, $\lambda = (2,3 \div 420) [\text{W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}]$. Převrácená hodnota součinitele tepelné vodivosti je analogická elektrickému odporu.

$$\lambda = - \frac{dQ}{\text{grad } t \cdot dS \cdot d\tau}, \quad [\text{W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}] \quad (3)$$

kde: Q - množství tepla, $[\text{J}]$

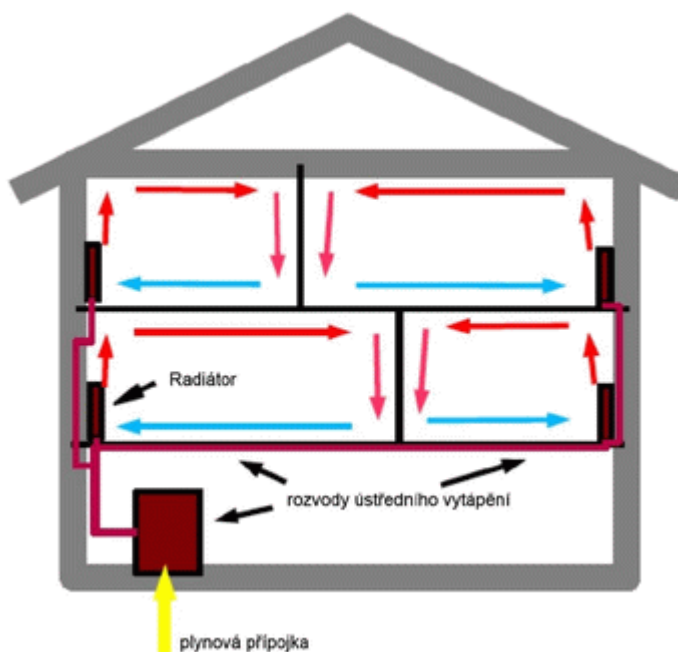
$\text{grad } t$ - jednotkový teplotní gradient, $[\text{K} \cdot \text{m}^{-1}]$

S - plocha, $[\text{m}^2]$

τ - čas. $[\text{s}]$

2.2 TEPELNÁ VÝMĚNA PROUDĚNÍM (KONVEKČÍ)

Přenos tepla prouděním vzniká při obtékání tělesa tekutinou (kapalina, plyn). Ohřátá kapalina nebo plyn může proudit samovolně nebo nuceně a tak teplo přenášet. K proudění dochází, vznikne-li mezi místem ohřevu a místem ochlazení teplotní rozdíl a tedy teplejší částice stoupají vzhůru a ty chladnější klesají dolů k místu ohřevu. Viz znázornění na [Obr. 2.3]



Obr. 2.3 Proudění tepla při vytápění obytných prostor pomocí ústředního topení. [6]

Hustota tepelného toku při konvekci:

Hustota tepelného toku při konvekci vyplývá z Newtonovy rovnice pro chlazení (ohřev) tekutiny.

$$q = \alpha \cdot \Delta t = \alpha \cdot (t_{st} - t_t), \quad [\text{W} \cdot \text{m}^{-2}] \quad (4)$$

kde: α - součinitel přestupu tepla, $[\text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}]$

Δt – rozdíl teplot. $[\text{K}]$

Rovnice tepelného toku:

Rovnice tepelného toku se rovná součinu hustoty tepelného toku a plochy počítané stěny.

$$Q_T = q \cdot S = \alpha \cdot S \cdot (t_{st} \pm t_t), \quad [\text{W}] \quad (5)$$

kde: q – hustota tepelného toku, $[\text{W} \cdot \text{m}^{-2}]$

S – plocha, $[\text{m}^2]$

t_{st} – teplota stěny, $[\text{K}]$

t_t – teplota tekutiny. $[\text{K}]$

Součinitel přestupu tepla :

Součinitel přestupu tepla udává tepelný tok z kapaliny do stěny (a naopak), je-li $S = 1 \text{ m}^2$, $\Delta t = 1 \text{ K}$ za dobu 1s. Velikost součinitele α nelze obecně vyjádřit a musí se pro každou situaci vypočítat samostatně, nebo odhadovat empiricky. K výpočtu tohoto součinitele používáme následné kritériální rovnice:

- Nuseltovo kritérium $Nu = \frac{\alpha \cdot L}{\lambda}$
- Renoldsovo kritérium $Re = \frac{w \cdot L}{\nu}$
- Prantlovo kritérium $Pr = \frac{\nu}{a} = \frac{\eta \cdot c_p}{\lambda}$
- Grashofovo kritérium $Gr = \gamma \cdot \Delta t \cdot \frac{g \cdot L^3}{\nu^2}$

kde: L – charakteristický rozměr, $[\text{m}]$

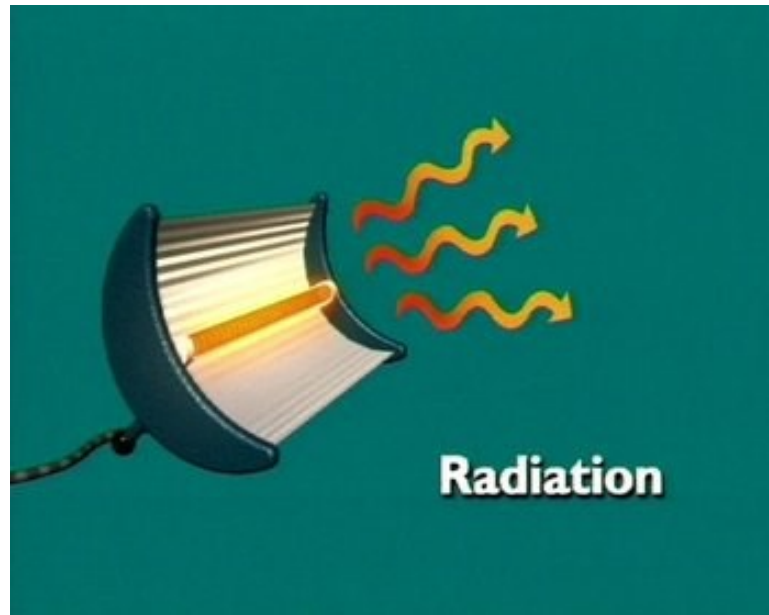
ν - kinematická viskozita, $[\text{m}^2/\text{s}]$

η - dynamická viskozita, $[\text{N} \cdot \text{s}/\text{m}^2]$

γ - součinitel objemové roztažnosti. $[\text{K}^{-1}]$

2.3 TEPELNÁ VÝMĚNA SÁLÁNÍM (ZÁŘENÍM, RADIACÍ)

Tepelná výměna sáláním souvisí se změnou vnitřní energie látky. Tepelná energie je vyzařována ve formě elektromagnetických vln do prostoru, který těleso obklopuje. Pokud dopadne toto záření na jiné těleso, které toto záření pohltí, změní jeho vnitřní energii, čímž zvýší jeho teplotu. Zároveň však dochází k tomu, že i toto samotné těleso energii vyzařuje.



Obr. 2.4 Ilustrace šíření tepla radiací [7]

Intenzita vyzařování:

Intenzita vyzařování vyplývá ze Stefan – Boltzmannova zákona, který je upraven na základě vlastností skutečných těles. Vyzařovaná energie tělesa prudce roste s teplotou.

$$E = \varepsilon \cdot \sigma \cdot T^4, \quad [\text{W} \cdot \text{m}^{-2}] \quad (6)$$

kde: ε – emisivita, $[-]$

σ – Stefan – Boltzmanova konstanta ($\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8}$), $[\text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-4}]$

T – teplota povrchu tělesa. $[\text{K}]$

Teplo předané mezi dvěma tělesy:

Vzhledem k výše uvedené skutečnosti, že těleso tepelnou energii radiaci přijímá a zároveň ji také samo vyzařuje, lze tepelnou výměnu radiací mezi dvěma tělesy popsat následující rovnicí:

$$Q_{1,2} = Q_{pohl\ 1,2} - Q_{pohl\ 2,1} = \varepsilon_1 \cdot \varepsilon_2 \cdot \sigma \cdot (T_1^4 - T_2^4) \cdot S_1 \cdot \varphi_{1,2}, \quad [W \cdot m^2] \quad (7)$$

kde: ε – stupeň černosti soustavy, [-]

T – teplota, [K]

S - plocha. [m²]

3 POPIS ŘEŠENÉHO OBJEKTU

Popis domu:

Výpočet tepelných ztrát je vztažen k rodinnému domu [Obr.3.1], který se nachází v obci Zádveřice – Raková, část Zádveřice okres Zlín. Tento objekt stojí na jižní straně kopce a proti větru je chráněn zástavbou okolních budov, na této lokalitě je výpočtová teplota exteriéru $t_e = -12^{\circ}\text{C}$. Dům je dvoupatrový, celý podsklepený a polovina sklepa je vytápěna. V prvním patře je kuchyň, obývací pokoj, ložnice, pokoj, koupelna, WC, chodba a schodiště. V druhém patře je udržována teplota 15°C . Obě patra jsou vytápěna ústředním topením. Celý dům je opatřen sedlovou střechou pokrytou betonovými taškami.



Obr. 3.1 Řešený objekt [autor: Hrehuš Martin]

3.1 VÝPIS PREFABRIKÁTŮ

Tloušťky a tepelné vodivosti jednotlivých částí konstrukcí řešeného objektu jsou shrnuty následně:

Sklepení:

Sklepení je vyzděno na základové, železobetonové desce:

- | | | |
|---------------------------------------------------|------------------|---------------------------------|
| - z betonu tř. B1. (ZN 135) | $\lambda = 1,23$ | $[W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}]$ |
| - s ocelovou sítí ϕ 6,3 mm s oky 100/100 mm. | $\lambda = 50$ | $[W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}]$ |

Obvodové a nosné zdi jsou vyzděny:

- | | | |
|-----------------------------------|------------------|---------------------------------|
| - z cihel plných CP 290/140/65 mm | $\lambda = 0,8$ | $[W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}]$ |
| - z bloků CDK 290/240/113 mm | $\lambda = 0,37$ | $[W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}]$ |
| - malta cementová MC 50 | $\lambda = 1,16$ | $[W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}]$ |

Patro:

Obvodové zdi jsou vyzděny:

- | | | |
|----------------------------------|-------------------|---------------------------------|
| - z bloků SIPOREX 600/250/300 mm | $\lambda = 0,318$ | $[W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}]$ |
| - malta vápenocementová MVC 10 | $\lambda = 0,97$ | $[W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}]$ |

Nosné zdi a příčky jsou vyzděny:

- | | | |
|-------------------------------------------|------------------|---------------------------------|
| - z cihel plných CP 290/140/65 mm | $\lambda = 0,8$ | $[W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}]$ |
| - z bloků CDK 290/240/113 mm | $\lambda = 0,37$ | $[W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}]$ |
| - malta vápenocementová MVC 10 | $\lambda = 0,97$ | $[W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}]$ |
| - z příček dutinových PK-CD 290/140/65 mm | $\lambda = 0,58$ | $[W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}]$ |
| - malta cementová MC 50 | $\lambda = 1,16$ | $[W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}]$ |

Podkroví:

V podkroví byly použity stejné stavební materiály jako v prvním patře.

Podlahy a stropy:

- stropnice HURDIS tl. 80 mm	$\lambda = 0,6$	$[W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}]$
- cementový potěr tl. 40 mm	$\lambda = 1,16$	$[W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}]$
- polystyren tl. 20 mm	$\lambda = 0,051$	$[W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}]$
- perlitobeton tl. 50 mm	$\lambda = 0,091$	$[W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}]$
- cementový potěr tl. 30 mm	$\lambda = 1,16$	$[W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}]$

Použité izolace:

- asfaltový nátěr 2 vrstvy	$\lambda = 0,21$	$[W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}]$
- lepenka A400H 2 vrstvy.	$\lambda = 0,21$	$[W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}]$

Střecha je složena z drážkovaných, ražených tašek HOLLAND a je izolována:

- lepenka A400H nasucho	$\lambda = 0,21$	$[W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}]$
- izolace ROLAFLEX	$\lambda = 0,35$	$[W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}]$
- desky tl. 24 mm.	$\lambda = 0,22$	$[W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}]$

4 VYTÁPĚNÍ

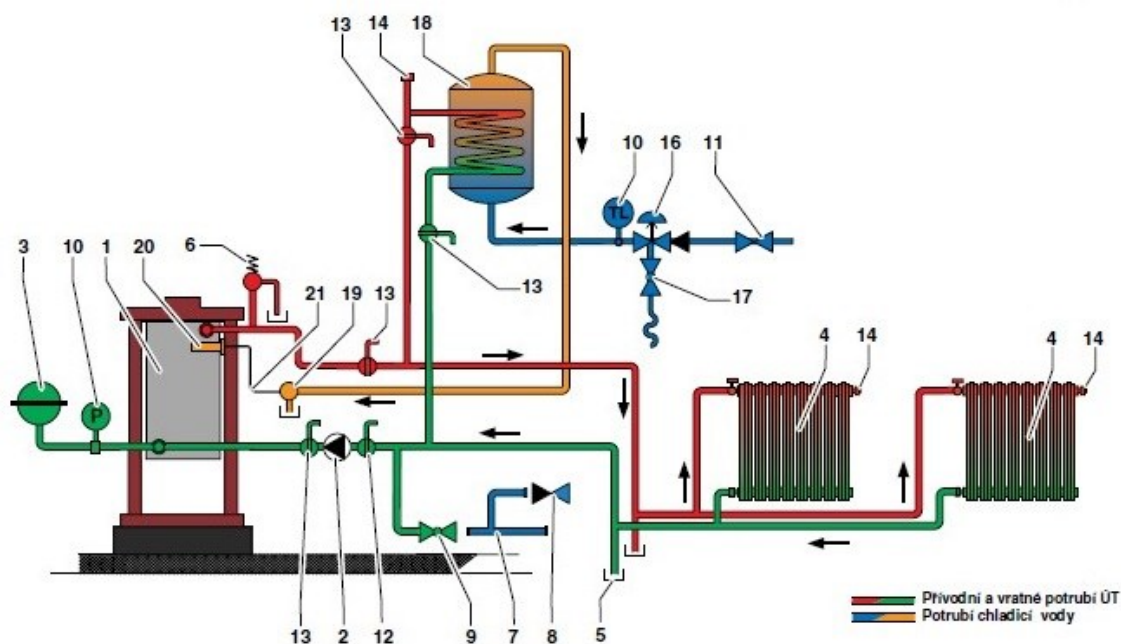
Nejdůležitějším bodem při návrhu a realizaci vytápění je určit a zajistit tepelnou pohodu pro člověka, což znamená, že v bytových prostorách vytvoříme takový stav prostředí, ve kterém se lidé cítí příjemně. Není mu ani zima ani horko.

Tyto pocity ovlivňuje několik faktorů:

- teplota okolních ploch,
- rychlost proudění vzduchu,
- teplota vnitřního vzduchu,
- roční období,
- vykonávaná činnost,
- oblečení,
- pohlaví,
- zdravotní stav člověka.

4.1 OTOPNÁ SOUSTAVA

Otopná soustava je takové zařízení, ve kterém se potřebná energie dopravuje, vyrábí a předává do otopných těles, které dopravované teplo předávají do otopného prostoru. Znázorněno na [Obr. 4.1].



Obr. 4.1 Schéma otopné soustavy [8]

Soustava, zobrazená na [Obr. 4.1], se skládá ze:

- | | |
|---------------------------------------------|-----------------------------|
| 1. Zdroje tepla | 11. Uzavíracího ventilu |
| 2. Oběhového čerpadla | 12. Filtru |
| 3. Expanzní nádoby | 13. Kulového kohoutu |
| 4. Otopného tělesa | 14. Odvzdušňovacího ventilu |
| 5. Vypouštěcího ventilu | 16. Pojistného ventilu |
| 6. Pojistného ventilu | 17. Kontrolního ventilu |
| 7. Napouštěcí hadice | 18. Chladicího výměníku |
| 8. Hadicového ventilu se
zpětnou klapkou | 19. Odpouštěcího ventilu |
| 9. Ventil hadicový | 20. Teplotního čidla |
| 10. Tlakoměru | 21. Kapiláry |

Otopné soustavy dělíme např.:

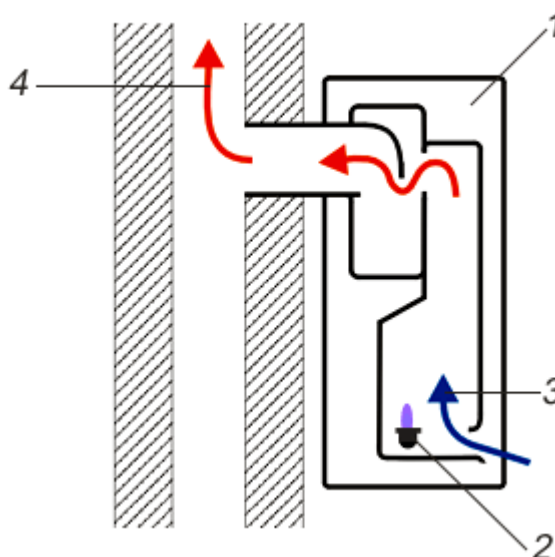
- podle teplotnosné látky: vodní, parní, teplovzdušné,
- podle tlaku teplotnosné látky: podtlak ($>100\text{kPa}$), nízkotlak (do 70kPa), středotlak ($70\text{ kPa}-1,6\text{ MPa}$), vysokotlak(nad $1,6\text{ MPa}$),
- podle teploty teplotnosné látky: nízkoteplotní (do 65°C), teplovodní (do 115°C), horkovodní (nad 115°C),
- podle typu oběhu (nucený, samotížný).

4.2 SYSTÉMY VYTÁPĚNÍ

Existuje několik druhů vytápění, které se mohou lišit provedením, druhem používaného paliva, umístěním topidel, výkonem, způsobem obsluhy, způsobem rozvodů tepla a způsobem doplňování paliva apod. Nicméně všechny systémy mají společnou funkci, a to zajistit tepelnou pohodu pro uživatele za co nejnížší pořizovací a provozní náklady. Volba systému závisí na druhu vytápěného objektu a finančních možnostech investorů. V neposlední řadě záleží také na dostupnosti paliv a dostupností energií v požadovaném místě.

4.2.1 LOKÁLNÍ SYSTÉM

Lokální systém vytápění je jeden z nejjednodušších druhů topení, jeho schéma viz [Obr. 4.2] Je vhodný k vytápění jedné, nebo více místností. Nejčastěji se používá u krátkodobě užívaných objektů, u místností, které se nevyplatí dlouhodobě vytápět. Tento systém můžeme také použít, pokud potřebujeme krátkodobě zvýšit teplotu v obytném prostoru. Lokální systém můžeme použít jako sekundární zdroj k jinému vybudovanému systému, v tomto případě se tento systém provozuje kvůli potěšení uživatele. Může se těšit nejen na vizuální kontakt s ohněm, ale také na zvukovou stopu praskání hořícího dřeva. U moderních systémů lokálního topení můžeme tuto soustavu opatřit krbovou vložkou a teplovzdušnými rozvody. Díky těmto úpravám můžeme vytápět celý dům.



Obr. 4.2 Schéma lokálního vytápění [9]

Dělení topidel lokálního systému:

- Lokální topidla na pevná paliva
 - Krby – otevřené topeniště,
 - Kamna – uzavřené topeniště,
 - Krbová kamna – spojují výhody kamen a krbů.

- Lokální topidla elektrická
 - Elektrické přímotopy – využívají cirkulaci vzduchu,
 - Infrazářiče – využívají sálání bez cirkulace vzduchu,
 - Elektrické krby – princip sálání tepla.
- Lokální topidla na plyn
 - Plynové kamna – nutnost odvodu spalin,
 - Campingaz – přenosné topidlo.

Proč použít lokální systém vytápění? (výhody)

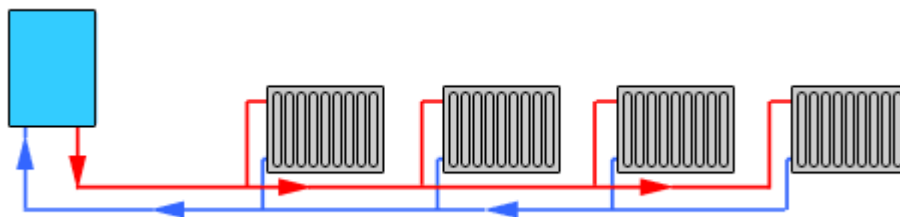
- nízké náklady na pořízení,
- jednoduchá obsluha,
- rychlá provozuschopnost,
- nezamrzá nosné médium tepelné energie (voda).

Proč nepoužít systém lokálního vytápění? (nevýhody)

- zabírá obytný prostor,
- nákladný provoz,
- většinou více topidel v objektu,
- každé topidlo musí mít kouřovod (elektřina ne).

4.2.2 ETÁŽOVÝ SYSTÉM

Tento systém funguje na principu spojení jednoho topidla s trubkovými rozvody, které jsou napojeny na řadu otopných těles. Tyto otopná tělesa však musí být umístěna přibližně ve stejné výšce. To znamená, že jeden vytápěcí okruh je umístěn na stejném podlaží, kde je topidlo, bez přestupů do jiných pater. Tento systém se používá hlavně u bytových jednotek, nebo třeba k vytápění jednoho patra domu. Tento systém má výhodu v tom, že nemá tak velké ztráty, které vznikají dlouhými trubkovými rozvody, jako například u ústředního topení. Další velkou výhodou teďka proti lokálnímu systému je, že topidlo může být umístěno mimo obytné prostory. Také regulace teploty je jednodušší díky tomu, že se dá na každé otopné těleso namontovat termostat, díky němu může uživatel regulovat teplotu v místnosti podle potřeby, zobrazeno na [Obr. 4.3].



Obr. 4.3 Schéma etážového systému [9]

Způsoby napojení otopných těles na rozvody tepla:

- jednotrubkový rozvod – otopná tělesa jsou v sérii,
- dvoutrubkový rozvod – otopná tělesa jsou řazena paralelně,
- centrální rozvod – každé otopné těleso je napojeno zvlášť na větev rozdělovače.

Jako topidlo může sloužit každé topidlo, kromě přímotopů. Stačí, pokud jsou opatřena výměníkem tepla. Starší systémy jsou konstruovány se zásobníkem teplé vody, nové provedení pracuje jako průtokový ohřivač. Díky tomu se dnes do tohoto systému může připojit jako sekundární zdroj tepla např. tepelné čerpadlo nebo solární kolektor.

Nejpoužívanější druhy topidel:

- kotle na pevná paliva,
- kotle na plyn,
- kotle na kapalné palivo,
- kotle elektrické.

Proč použít etážové topení? (výhody)

- snadná regulace,
- komfort bydlení,
- nízké tepelné ztráty,
- topidlo nemusí být umístěno v obytných prostorech.

Proč nepoužít systém etážového vytápění? (nevýhody)

- komplikovanější instalace,
- nutnost kouřovodů,
- hrozí zamrznutí nosného média (voda).

4.2.3 SYSTÉM ÚSTŘEDNÍHO TOPENÍ

Tento otopný systém funguje na principu jednoho topidla, které vyrábí teplo do celého otopného systému, který je složen z teplovodních stupaček spojených trubkovými rozvody do otopných elementů rozmístěných po celém vytápěném objektu. Otopná tělesa se můžou nacházet i několik pater nad/pod topidlem. Tento systém využívá tepelnou výměnu konvekci (proudění). Jako zdroj tepla může sloužit každé topidlo, kromě přímotopů. Stačí, pokud jsou opatřena výměníkem tepla. Starší systémy jsou konstruovány se zásobníkem teplé vody, nové provedení pracuje jako průtokový ohřívač. Díky tomu se dnes do tohoto systému může připojit jako sekundární zdroj tepla např. tepelné čerpadlo nebo solární kolektor, stejně jako u etážového systému. Zobrazeno na [Obr. 2.3].

Nejpoužívanější druhy topidel:

- kotle na pevná paliva,
- kotle na plyn,
- kotle na kapalné palivo,
- kotle elektrické.

Proč použít ústřední topení? (výhody)

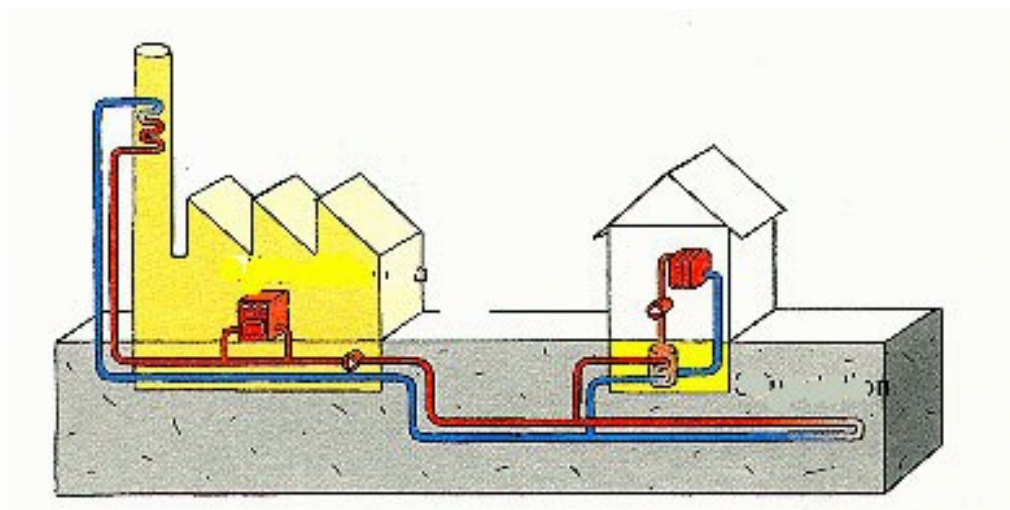
- topidlo není umístěno v obytných prostorách,
- vysoký komfort bydlení,
- dobrá regulace teploty,
- nízké tepelné ztráty.

Proč nepoužít systém ústředního vytápění? (nevýhody)

- komplikovaná údržba otopných těles,
- provozní náklady (více uživatelů),
- nebezpečí odstavení většího počtu jednotek při poruše.

4.2.4 DÁLKOVÝ SYSTÉM VYTÁPĚNÍ

Tento způsob vytápění můžeme najít skoro na každém panelovém sídlišti. Důvodem je, že naše republika byla součástí východního bloku. Tehdy se tento systém používal nejčastěji. Jeho největší výhodou je, že topidlo je umístěno v samostatné kotelně (výměňíková stanice, teplárna) mimo vytápěný objekt. Do vytápěného objektu je teplo přivedeno pomocí trubkových rozvodů, které předávají teplo do okolí pomocí otopných těles. Do kotelen bývá přiváděná pára, většinou z nedalekých elektráren nebo tepláren. Hlavní princip dálkového vytápění je znázorněn na [Obr. 4.4]. Tento systém se nemusí používat pouze pro panelová sídliště, ale také může být součástí menších obytných celků. Jako menší obytný celek si můžeme představit řadové domy, nemocnice, školky, továrny a další.



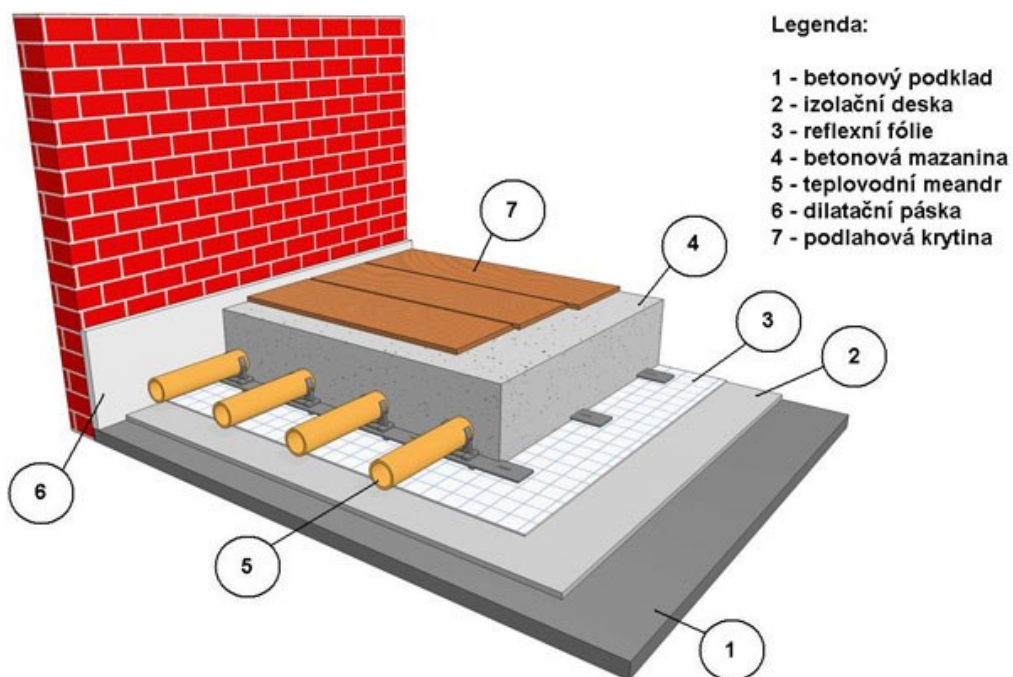
Obr. 4.4 Hlavní princip dálkového vytápění [9]

Hlavní výhodou, proč použít tento otopný systém je, že odpadá obsluha u několika jiných otopných těles, nutnost mít ve vytápěném objektu kouřovod (není třeba, topidlo je umístěno mimo vytápěný objekt).

Nevýhodou tohoto systému jsou vzniklé tepelné ztráty, které způsobuje, někdy i několika kilometrové, potrubí. Problémem je také rozdělení nákladů na jednotlivé spotřebitele.

4.2.5 PODLAHOVÝ SYSTÉM VYTÁPĚNÍ

Tento druh vytápění vychází ze stejného principu jako u ústředního vytápění. Hlavním rozdílem mezi nimi je, že u ústředního topení je přenos tepla předáván do otopného prostoru pomocí otopných těles. U podlahového vytápění jsou otopná tělesa nahrazena trubkami, které jsou roztahány po zemi jako had. Popsaná technologie se nazývá teplovodní podlahové vytápění schéma na [Obr. 4.5]. Existuje ještě jedna technologie, která se realizuje díky elektrickým otopným tělesům. Sice je tato technologie levnější a jednodušší oproti technologii v trubkách, ale její provoz je značně dražší. Podlahové vytápění je jedno z nejstarších. Bylo používáno už v římských dobách, ale technologie moderního světa dovedly tento systém k dokonalosti.



Obr. 4.5 Schéma podlahového vytápění [9]

Důvody proč zvolit podlahový systém vytápění? (výhody)

- úspory za vytápění,
- dřívější pocit tepla (nohy v teple),
- není třeba přetápět místnost,
- nevíří se prach,
- otopná tělesa nezabírají obytný prostor.

Důvody proč nezvolit podlahový systém vytápění? (nevýhody)

- nutnost izolace podlahy,
- pečlivé pokládání,
- špatná vyměnitelnost otopných elementů.

5 PALIVA

Volba vhodného paliva závisí na několika důležitých faktorech, jako jsou například: velikost tepelné ztráty řešeného objektu, druhu otopného systému a druhu topidla. Mezi základní paliva pro rodinné domy patří např.: uhlí, dřevo, zemní plyn, elektrická energie, topné oleje, brikety, pelety a štěpka. Mezi alternativní paliva můžeme zahrnout např.: tepelná čerpadla, sluneční kolektory. Srovnání paliv najdeme v [Tab č. 1].

Druh paliva (vytápění)	výhody	nevýhody
Uhlí	➤ Nízká pořizovací cena	➤ Emise ➤ Prostor pro uskladnění ➤ Nutná obsluha kotle ➤ Dovoz paliva
Dřevo	➤ Nízká pořizovací cena	➤ Prostor pro uskladnění ➤ Nutná obsluha kotle ➤ Dovoz paliva
Zemní plyn	➤ Žádné skladovací prostory ➤ Snadná regulace ➤ Ekologický zdroj	➤ Přípojka není všude ➤ Zvyšující se cena
Elektrická energie	➤ Žádné skladovací prostory ➤ Ekologický zdroj ➤ Snadné připojení na zdroj	➤ Zvyšující se cena ➤ Dimenzování sítě
Biomasa (štěpka pelety)	➤ Ekologický zdroj ➤ Není nutná obsluha kotle	➤ Dovoz paliva ➤ Prostor pro uskladnění ➤ Plnění zásobníku kotle
Tepelné čerpadlo	➤ Ekologický zdroj ➤ Nízké provozní náklady	➤ Vysoká pořizovací cena
Sluneční kolektory	➤ Ekologický zdroj ➤ Nízké provozní náklady ➤ Ohřev vody po celý rok ➤ Možnost přítápět	➤ Vysoká pořizovací cena ➤ Nestačí na vytápění objektu po celý rok ➤ Nutný doplňkový zdroj tepla

Tab č. 1 Popis paliv

5.1 UHLÍ

Uhlí je u nás stále hodně rozšířeným palivem. Důvodem je, že je u nás cena uhlí pro malé kotle velice nízká oproti Evropské unii, kde se už uhlí skoro nepoužívá, kvůli ekologickým daním. Kombinace ekologických daní a manipulace s popelem se uhlí jeví jako neperspektivní.

5.2 DŘEVO

Dřevo se nyní vyplatí více než jindy. Důvodem je, že zemní plyn i elektrická energie stále zdražují. Dřevo může sloužit jak primární, tak i jako sekundární palivo. Kombinovat se dá s plynem i elektrickou energií.

5.3 ZEMNÍ PLYN

Zemní plyn se používá především kvůli svým výhodám, které přináší. Plyn má vysokou výhřevnost, je dobře mísitelný s ostatními plyny, má schopnost rychlého zahoření, tím pádem rychlou provozuschopnost. Při spalování plynu vzniká minimální množství spalin, další výhodou je jednoduchá obsluha.

5.4 ELEKTRICKÁ ENERGIE

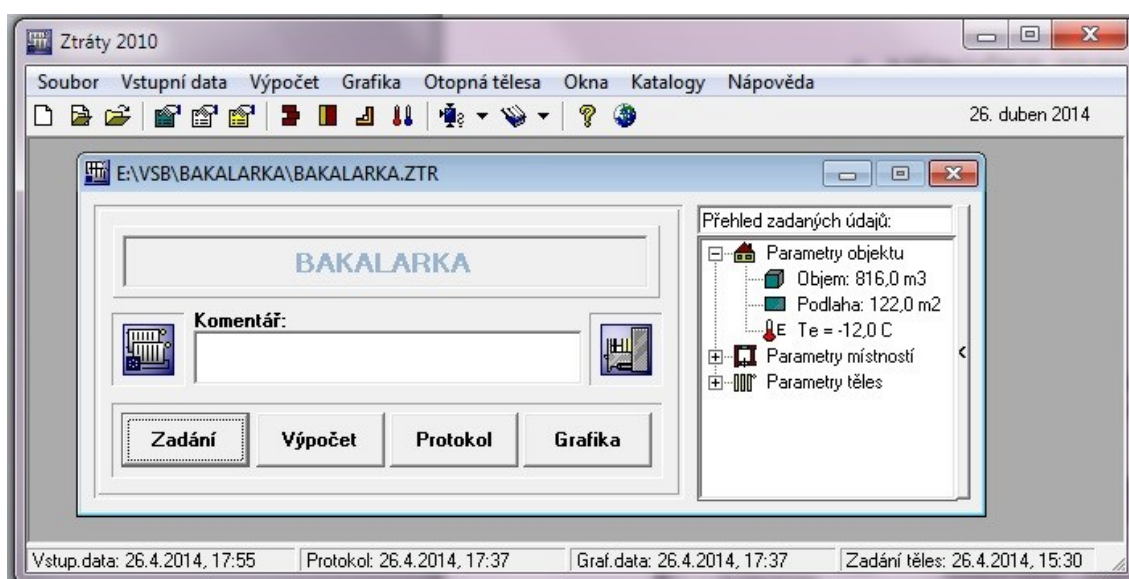
Elektrická energie jako palivo? Při použití elektrického topení v objektu nám odpadne nutnost přikládání do topidla, jelikož elektrické přímotopy jsou většinou opatřeny vlastními termostaty, na kterých si uživatel navolí potřebnou teplotu a už se nemusí o nic víc starat. Největší nevýhoda je, že elektrické topení ohřeje jenom vzduch v místnosti a vypne se, nenastává žádná akumulace tepla oproti např. podlahovému topení (podlaha ještě nějakou chvíli teplo udrží i když topení nejde).

6 VÝPOČET TEPELNÝCH ZTRÁT

Tepelné ztráty jsem počítal pomocí softwaru Stavební fyzika 2010. Tento software počítá podle norem ČSN EN 12831, ČSN 730540.

6.1 METODIKA ZADÁNÍ

Základní zobrazení tohoto programu vypadá následovně, viz [Obr. 6.1].



Obr. 6.1 Úvodní strana Stavební fyziky 2010

Na začátku výpočtu si uživatel programu musí definovat jednotlivé konstrukce, ze kterých je počítaný objekt postaven. Tento krok najde, když si na základní liště programu rozklikne záložku "katalogy" a vybere možnost "Katalog konstrukcí". V případě, že má již všechny konstrukce nadefinovány, viz [Obr. 6.2], pokračuje dalším krokem.

Katalog konstrukcí : Dveře původní: venkovní

Parametry a skladba jsou v souladu.

Návrhové hodnoty | **Skladba konstrukce** | Výpočet parametrů | Poznámka

Název kece: **Střecha**

Vrstva	Název vrstvy	D [m]	Lambda	C	Ro	Mi	
<input checked="" type="checkbox"/> 1	Dřevovláknité de	0,05	0,075	1630	200	12,5	?
<input checked="" type="checkbox"/> 2	Dřevo měkké (tol	0,2	0,41	2510	400	4,5	?
<input checked="" type="checkbox"/> 3	Folie PVC	0,0005	0,16	960	1400	16700	?
<input checked="" type="checkbox"/> 4	Ytong P2-400	0,2	0,12	1000	400	7	?
<input type="checkbox"/> 5							?
<input type="checkbox"/> 6							?
<input type="checkbox"/> 7							?
<input type="checkbox"/> 8							?
<input type="checkbox"/> 9							?
<input type="checkbox"/> 10							?

145 položek

Návrat bez výběru | Přidat konstrukci | Kopírovat konstrukci | Vymazat konstrukci

Obr. 6.2 Katalog konstrukcí

Následným krokem uživatele je udělat zadat základní parametry řešeného objektu podle [Obr.6.3].

Základní popis objektu

Úpravy | Pomůcky | Konec práce s daty

Název úlohy: **Bakalářská práce** | Zakázka: **Rodinný dům**
 Zpracovatel: **Martin Hrehuš** | Datum: **19.2.2014**
 Varianta: **A**

Vstupní hodnoty | Poznámky k zadávání

Okrajové podmínky:
 Návrhová (výpočtová) venkovní teplota v zimním období T_e : **-12,0** °C
 Průměrná roční teplota venkovního vzduchu T_{em} : **8,4** °C
 Korekční činitel zohledňující typické roční kolísání venkovní teploty f_{g1} : **1,45**

Geometrie budovy:
 Plocha podlahy A: **122,0** m²
 Exponovaný obvod podlahy P: **49,0** m
 Obestavěný prostor vytápěných částí budovy V: **816,0** m³
 Hodnoty A a P se použijí ve výpočtu tepelné ztráty zeminou, hodnota V při výpočtu měrné potřeby tepla na vytápění.

Doplňující údaje:
☒ bytová budova
 Účinnost případného zpětného získávání tepla z odpadního vzduchu při nuceném větrání: **0,0** %
 Pokud není objekt nuceně větrán nebo pokud nemá zpětné získávání tepla, zadává se nulová hodnota.

Doplňující formulář | Komentář

Popis jednotlivých místností v objektu

Obr. 6.3 Vkládání základních dat řešeného objektu.

Poté se zaměřujeme na samotný výpočet a na definování každé místnosti v řešené budově. Tento protokol dostaneme pokud rozklikneme políčko "Popis jednotlivých místností" viz [Obr. 6.3]. Po rozkliknutí se objeví formulář [Obr. 6.4], pomocí kterého definujeme jednotlivé místnosti v řešené budově. Každá místnost má svůj vlastní formulář. Do těchto formulářů vkládáme data, které jsme si definovali v katalogu konstrukcí. Vkládáme je do záložek (Ztráta prostupem do exteriéru, Ztráta prostupem do zeminy, Ztráta prostupem do nevytápěných prostor, Ztráta či zisk prostupem do odlišně vytápěných prostor), podle toho kde je definovaný pokoj umístěn v budově.

Obr. 6.4 Popis jednotlivých místností v objektu.

V případě, že jsou již definovány všechny pokoje, ukončíme proces zadávání pomocí záložky na horní liště "Konec práce s daty", viz [Obr. 6.4]. Následně zavřeme okno, viz [Obr. 6.3]. Zůstane nám otevřené pouze úvodní okno, kde nalezneme záložku "VÝPOČET", na kterou když kliknem nám program vypočítá celkovou tepelnou ztrátu řešeného objektu. Protokol o vypočtených datech se zobrazí po kliknutí na záložku "PROTOKOL" viz [Obr. 6.1].

6.2 VYHODNOCENÍ

Pomocí softwaru Stavební fyzika 2010 jsem vypočítal, že celková ztráta objektu je 13,1 kW. V [Tab č. 2] je zobrazena tepelná ztráta jedné z místností. Celý protokol s výpisem všech místností najdeme v příloze č. [1]. V příloze č.[2] najdeme také výkresy řešeného objektu, podle kterých byly definovány všechny stavební konstrukce.

Číslo podlaží:	1	Název podlaží:	1		
Číslo místnosti:	1	Název místnosti:	Garáž		
Pūd. plocha A:	33,2 m ²	Objem vzduchu V:	72,9 m ³		
Exp. obvod P:	24,8 m	Počet na podlaží:	1		
Teplota Ti:	15°C	Typ vytápění:	převažující přirozená konvekce		
Vytápění:	nepřerušované	Trvalý tepelný zisk:	0 W		
Typ větrání:	přirozené	Min. hyg. výměna:	0,5 l/hod		
Název konstrukce	Plocha	U	Korekce	Delta U	H,T
Obvodové zdi	29,8	0,30	1,00	0,5	23,84
Jednoduché okno	11,1	1,80	1,15	0,0	2,24
Garážová vrata	5,0	0,12	1,00	0,0	0,60
Podlaha sklep	33,2	1,33	0,50	0,62	7,24
Příčky 30 mm	17,1	1,24	0,00	0,5	10,47
Dveře dřevěné	1,6	2,00	-0,07	0,0	0,00
Strop sklep	33,2	0,18	-0,26	0,0	-1,55
Ztráta prostupem Fi,T:	1139 W	tj.	11,6% z celkové ztráty prostupem objektu		
Ztráta větráním Fi,V:	335 W	tj.	10,3% z celkové ztráty větráním objektu		
Ztráta celková Fi, H:	1474 W	tj.	11,3% z celkové ztráty objektu		

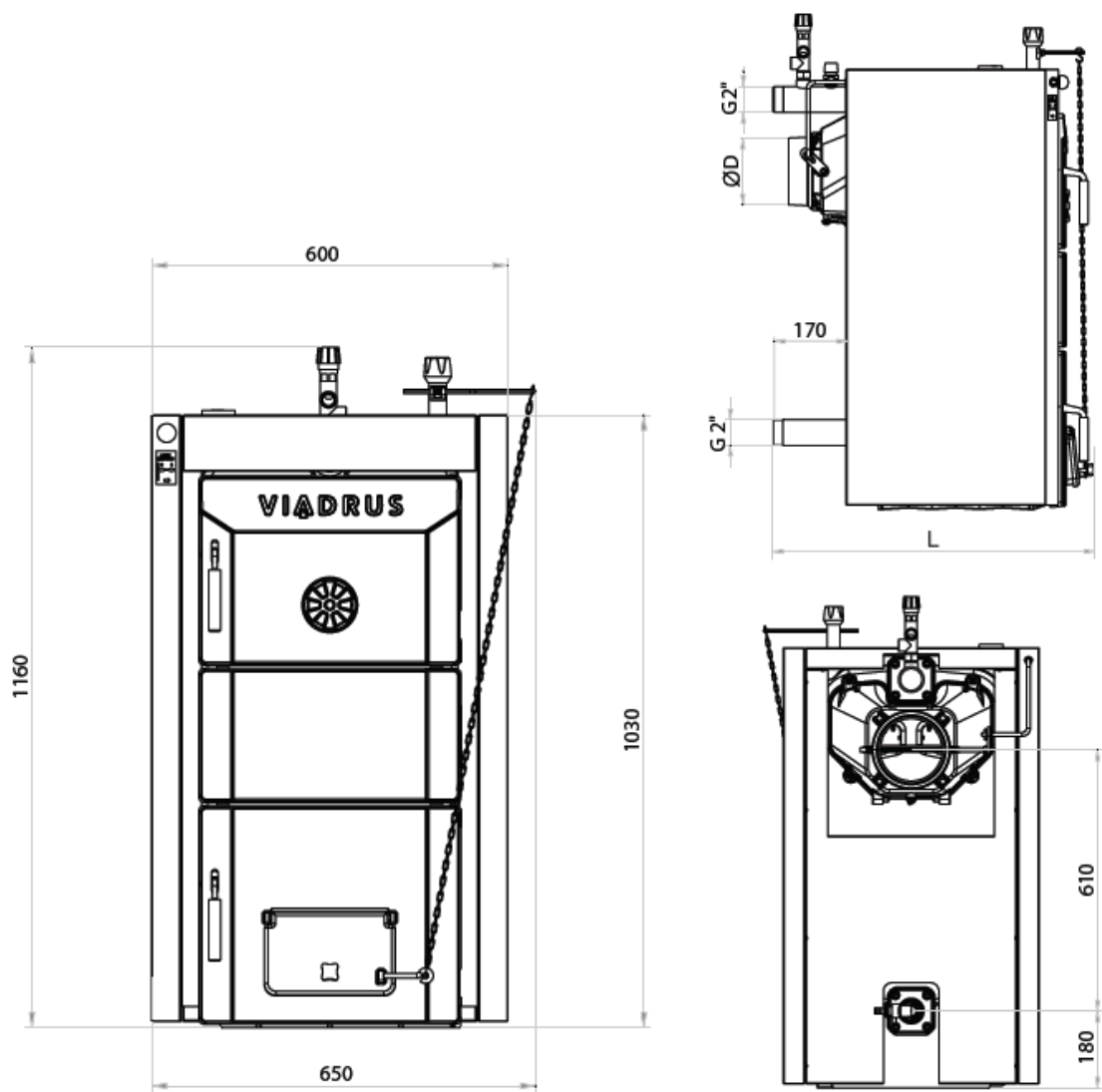
Tab č. 2 Protokol jedné z místností

Z vypočítaných hodnot volím systém ústředního topení, jehož výhody jsou vypsány v kapitole 4.2.3. Jako topidlo volím litinový kotel Hercules U26, který je určen ke spalování kusového dřeva, koksu a černého uhlí, zn: přednosti spočívají ve:

- vysoké životnosti českého litinového výměník
- možností spalování dřeva s vyšší vlhkostí (až :)
- možnost samotížného provozu,
- vodou chlazené pevné rošty,
- jednoduché obsluhy a údržby,
- závitové příruby pro snadnou montáž,
- výkon regulovatelný podle počtu článků,
- možnost dodatečné změny výkonu.



Obr. 6.5 Hercules U26 [13]



Obr. 6.6 Hercules U26 - technický výkres [13]

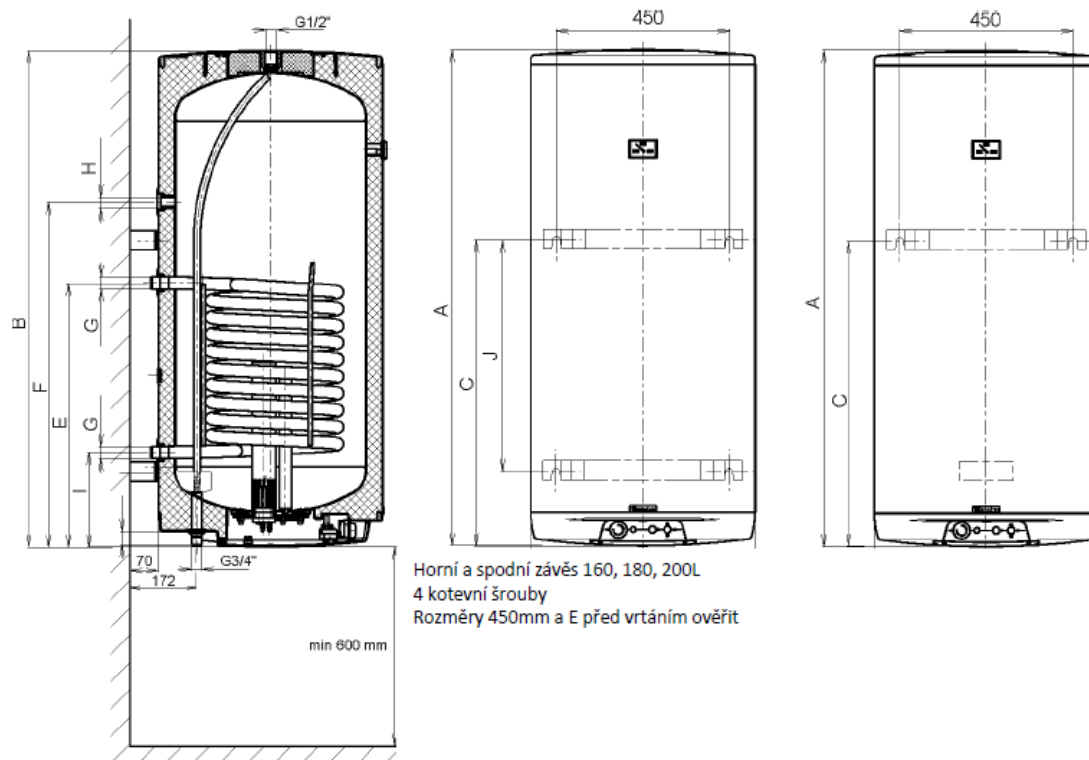
Základní technické parametry a regulace výkonu kotle pomocí počtu článků kotle vidíme v [Tab č. 3].

Počet článků	Ks	3	4	5	6	7	8	9	10
Třída kotle	*	1							
Jmenovitý výkon - koks	kW	15,0	22,5	30,0	37,5	43,5	50,0	56,0	63,0
Jmenovitý výkon – černé uhlí	kW	11,0	16,5	22,5	31,0	39,5	45,5	51,5	58
Jmenovitý výkon – kusové dřevo	kW	8,0	15,8	23,5	28,3	33,0	35,0	40,5	46,0
Výkon dle normy ČSN 070240	kW	12 - 16	20 - 24	27 - 32	35 - 40	43 - 48	50 - 56	58 - 64	66 - 72
Spotřeba paliva – koks	kg/hod.	2,4	3,6	4,9	6,1	7,0	8,1	9,1	10,2
Spotřeba paliva – černé uhlí	kg/hod.	1,9	2,8	3,8	5,3	6,7	7,7	8,7	9,8
Spotřeba paliva – kusové dřevo	kg/hod.	2,6	5,0	7,5	9,0	10,6	11,2	13,0	14,7
Účinnost koks / černé uhlí / kusové dřevo	%	80 / 75 / 75							
Max. teplota spalin koks / černé uhlí / kusové dřevo	°C	220-250 / 220-300 / 220-300							
Normovaná doba hoření koks / černé uhlí / kusové dřevo	hod.	4 / 4 / 2							
Rozměry kotle – výška x šířka	mm	1160x600							
Rozměry kotle – hloubka	mm	645	755	865	975	1090	1200	1310	1420
Hmotnost	kg	218	258	298	348	398	448	498	548
Hloubka spalovací komory	mm	185	295	405	515	625	735	845	955
Doporučená délka dřevěných špalků	mm	300	300	350	400	500	600	700	800
Rozměry plnicího otvoru	mm	320x320							

Tab č. 3 Parametry kotle

7 OHŘEV TUV

Na ohřev TUV volím kombinovaný, závěsný ohřívač vody (bojler) OKC 160-200 firmy Dračice, jeho parametry viz [Obr. 7.1].



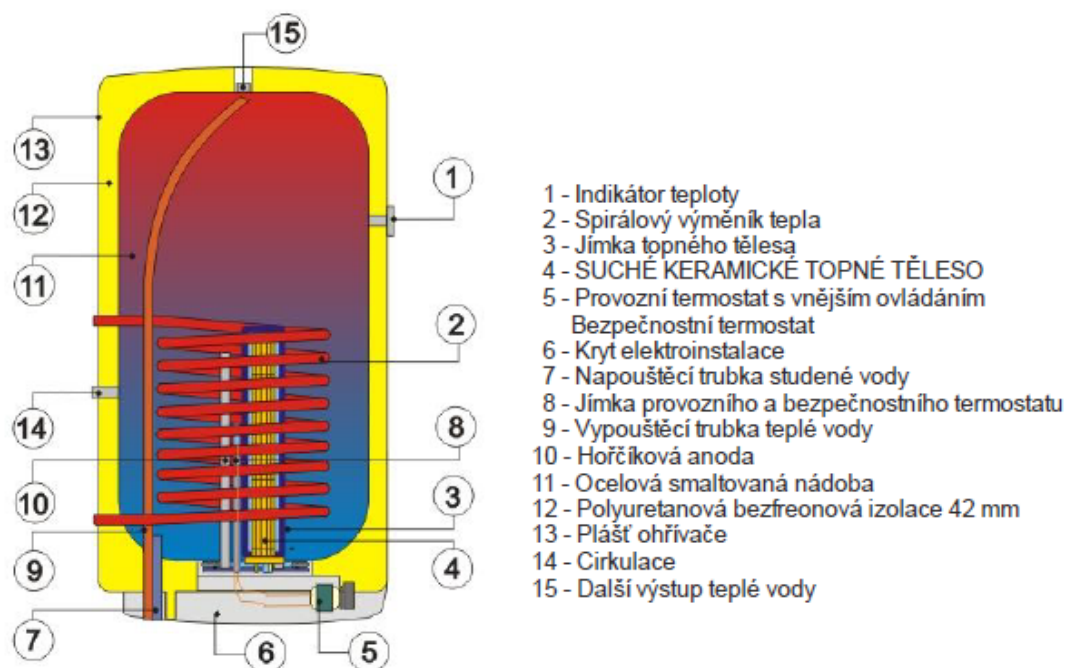
Obr. 7.1 Technické parametry bojleru [14]

Z příložené tabulky [Tab č. 4] zjistíme přesné rozměry zvoleného typu bojleru.

Typ	OKC 160/1m ²	OKC 180/1m ²	OKC 200/1m ²
A	1235	1187	1287
B	1230	1182	1282
C	1005	793	793
D	524	584	584
E	701	685	685
F	831	895	895
G	G1''	G1''	G1''
H	G 3/4''	G 3/4''	G 3/4''
I	261	245	245
J	815	600	600

Tab č. 4 Přesné rozměry podle typu bojleru [14]

Na [Obr. 7.2] je znázorněn řez bojlerem s příslušným popisem jeho částí.



Obr. 7.2 Řez bojlerem OKC 160-200 [14]

8 POTŘEBA TEPLA NA VYTÁPĚNÍ

V této práci počítám rodinný dům, jehož tepelná ztráta je 13,087 kW, která je spočtená v kapitole 6. K výpočtu potřeby tepla na vytápění použiju stejný software jako u tepelných ztrát. Z ekonomického hlediska budu porovnávat 4 druhy paliva (černé uhlí, hnědé uhlí, dřevo, zemní plyn). Porovnávací topidla budou podle paliva:

Uhlí – automatický kotel na tuhá paliva jeho účinnost je 84%

Dřevo – kotel na tuhá paliva s ručním přikládáním jeho účinnost je 75%

Plyn – kondenzační plynový kotel jeho účinnost je 90%

Vstupní data do softwaru Stavební fyzika 2010 jsou na [Tab. č.5].

Celková tepelná ztráta budovy	13,09kW
Délka otopného období ve dnech	257
Návrhová vnitřní teplota	20°C
Prům. vnitřní teplota během otop. období	19°C
Návrhová venkovní teplota	-12°C
Prům. vnější teplota během otop. období	5,1°C
Součinitel vlivu nesoučasnosti	0,75
Součinitel vlivu režimu vytápění	0,84
Součinitel vlivu zvýšení vnitřní teploty	1
Typ vytápěcího zařízení	Otopná tělesa
Regulace zařízení	Ruční
Účinnost topného zdroje	0,84
Účinnost rozvodů	0,95
Typ paliva	Černé uhlí (25,96 MJ/kg)
Výsledky výpočtu:	
Roční spotřeba tepla na vytápění	24298,67 kWh
Roční spotřeba paliva	4223 kg

Tab č. 5 Protokol o potřebě tepla na vytápění

V následující tabulce [Tab. č.6] najdeme orientační náklady na potřebné množství energie podle vybraných zdrojů.

Druh paliva (výhřevnost)	Cena paliva v Kč	Spalovací zařízení (účinnost)	Spotřeba paliva/rok	Náklady na vytápění
Dřevo (14,6 MJ/kg)	Vlastní les	Kotel s ručním přikládáním 75%	9162 kg	-
Černé uhlí (25,9 MJ/kg)	5400 Kč/t	Automatický kotel 84%	4223 kg	22804 Kč/rok
Plyn (31,4MJ/m³)	1261 Kč/MWh	Kondenzační kotel 90%	3260m ³	30642 Kč/rok
Hnědé uhlí (16,3 MJ/kg)	3300 Kč/t	Kotel s ručním přikládáním 80%	7048 kg	23260 Kč/rok

Tab č. 6 Porovnání nákladů na vytápění

Ceny paliv jsou přepsány ze zdroje [12].

9 ZÁVĚR

Cílem této bakalářské práce bylo vypočítat tepelné ztráty zvoleného rodinného domu, který se nachází ve vesnici Zádveřice – Raková, část Zádveřice okres Zlín. V této lokalitě je výpočtová teplota exteriéru -12°C . Pro výpočet tepelných ztrát byl použit software Stavební fyzika 2010, pomocí kterého jsem došel k závěru, že tepelná ztráta objektu je 13,1kW. Díky tomuto programu znám také tepelné ztráty jednotlivých místností v našem rodinném domě.

Dle mého názoru nejvhodnějším systémem vytápění je ústřední topení, jelikož v přízemí je místnost určená přímo pro kotel. Jsou zde také vyvedeny otvory do kouřovodu, který je součástí rodinného domu. Další výhodou je snadná regulace teplot v jednotlivých místnostech, otopná tělesa jsou opatřena vlastními termostaty.

Jako topidlo jsem zvolil litinový kotel značky Viadrus Hercules U26 s ručním přikládáním. V tomto topidle lze topit jak dřevem, tak jakýmkoliv uhlím a v neposlední řadě také koksem, štěpkou a dalšími tuhými palivy.

Nejvhodnější palivo pro daný objekt je dřevo a to z důvodu snadného přístupu k vlastnímu lesu. Tudíž je cena tohoto paliva zanedbatelná oproti ostatním palivům. Přínosem je zahrada, na které můžeme dřevo složit, aby nám dostatečně vyschlo.

Pro ohřev TUV jsem navrhl kombinovaný, svislý, závěsný ohříváč vody firmy Dračice označení - OKC 160-200. Tento zásobník je ohříván 365 dní v roce kombinovaným systémem. Jestliže se topí, tak vodu ohřívá teplo z kotle a pokud se netopí, je voda ohřívána elektrickou energií.

Výpočtová část této práce může sloužit při zateplování tohoto objektu jako vzor. Výkresovou dokumentaci lze při rekonstrukci použít např. ke zjištění nosných stěn rodinného domu, aby se předešlo destrukci domu.

10 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] BLAHOŽ, V., KADLEC, Z. Základy sdílení tepla. 2. vydání. Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství v Ostravě, 2000. 110s. ISBN 80-902001-1-7.
- [2] SAZIMA, M., KMONÍČEK, V., SCHNELLER, J. Teplo. 1. vydání. SNTL – Nakladatelství technické literatury, 1989. 592s. ISBN 80- 03-00043-2.
- [3] TYWONIAK, J. Nízkoenergetické domy. Grada, 2005. 200s. ISBN 80-247-1101-X.
- [4] VRÁNA, J. a kol. Technická zařízení budov v praxi. Grada, 2007. 332s. ISBN 978-80-247-1588-9.
- [5] Temperature and Radiation: Correlation Between Temperature and Radiation. Temperature and Radiation: Correlation Between Temperature and Radiation[online]. 2013 [cit. 2014-03-25]. Dostupné z: <http://www.ces.fau.edu/nasa/module-2/correlation-between-temperature-and-radiation.php>.
- [6] Srovnávací měření spotřeby energie mezi infračerveným vytápěním a plynovým vytápěním: Systém vytápění plynem. ŠOVČÍK,P. Srovnávací měření spotřeby energie mezi infračerveným vytápěním a plynovým vytápěním: Systém vytápění plynem [online]. Fenix Trading s.r.o. 2011 [cit. 2014-03-25]. Dostupné z: <http://vytapani.tzb-info.cz/vytapime-elektrinou/8057-srovnavaci-mereni-spotreby-energie-mezi-infracervenym-vytapenim-a-plynovym-vytapenim>.
- [7] Engines: Engine Cooling: Cooling fundamentals: Heat transfer. Engines: Engine Cooling: Cooling fundamentals: Heat transfer [online]. [cit. 2014-03-25]. Dostupné z: <http://www.cdxetextbook.com/engines/cool/fund/heattransfer.html>.
- [8] MĚCHURA, Petr. Biom: Schéma zapojení krbových kamen do otopné soustavy. Biom: Schéma zapojení krbových kamen do otopné soustavy [online]. [cit. 2014-03-25]. Dostupné z: <http://biom.cz/cz/obrazek/moznost-zapojeni-krbovych-kamen-s-teplovodnim-vymenikem-do-otopne-soustavy-se-zabezpecenim-proti-pretopeni-zdroj-haassohn>.
- [9] Ekomplex instalatéri: Systémy vytápění. Ekomplex instalatéri: Systémy vytápění [online]. [cit. 2014-04-08]. Dostupné z: <http://www.topeni-topenari.eu/topeni/systemy-vytapani.php>.

- [10] VERNER, Vladimír. BIOM: Jak zvolit vhodné palivo pro vaše vytápění. BIOM: Jak zvolit vhodné palivo pro vaše vytápění [online]. [cit. 2014-04-08]. Dostupné z: <http://biom.cz/cz/odborne-clanky/jak-zvolit-vhodne-palivo-pro-vase-vytapeni>.
- [11] Topte dřevem: Proč topit dřevem?. Topte dřevem: Proč topit dřevem? [online]. [cit. 2014-04-08]. Dostupné z: <http://www.topte-drevem.cz/palivove-drevo-1/proc-topit-drevem/>.
- [12] Tzbinfo: vytápění. Tzbinfo: vytápění [online]. [cit. 2014-04-08]. Dostupné z: <http://www.tzb-info.cz/ceny-paliv-a-energii>.
- [13] Viadrus: Kotle s ručním přikládáním. Viadrus: Kotle s ručním přikládáním [online]. [cit. 2014-04-30]. Dostupné z: <http://viadrus.cz/kotle-s-rucnim-prikladanim-28.html>.
- [14] Dračice: Kombinované ohřívače vody. Dračice: Kombinované ohřívače vody [online]. 2012 [cit. 2014-04-30]. Dostupné z: <http://www.dzd.cz/cs/ohrivace-vody-bojlery/kombinovane-ohrivace-vody/zavesne-svisle>.